

BAB 2

HURAIAN KONSEP

2.1 PENGENALAN

Penghuraian beberapa konsep berhubung tajuk kajian akan diterangkan pada awal-awal bab ini. Ini bagi memudahkan pengenalan asas kepada apa yang hendak dicapai dalam kajian ini. Kemudian beberapa elemen/bahagian dalam kitaran hidrologi turut diterangkan secara asas dan diikuti kaitannya dengan kitaran hidrologi di Malaysia berdasarkan elemen tadi.

Kegunaan-kegunaan air juga akan disentuh dengan menggunakan dua sudut pandangan iaitu kegunaan konsumtif dan kegunaan bukan konsumtif. Daripada ini juga akan diterangkan kegunaan berfaedah sumber air di dalam negara kita. Pada akhir bab, pengkaji membahagikan aktiviti manusia kepada 5 kumpulan utama dan kesan aktiviti tersebut terhadap kualiti air.

2.2 DEFINISI KONSEP

2.2.1 Perubahan

Perkataan perubahan berasal daripada perkataan *ubah* atau *berubah*. Menurut Kamus Dewan perkataan *berubah* membawa erti bertukar daripada keadaan semula, berbeza rupa atau warna, berganti atau beralih menjadi yang lain. Perubahan pula bermaksud hal yang berubah, pertukaran dan peralihan (Dewan Bahasa dan Pustaka, 1992). Daripada pengertian ini, sifat perubahan boleh dibahagi kepada dua iaitu

pertama perubahan ke arah yang baik atau positif dan kedua perubahan ke arah yang buruk atau negatif. Untuk penjelasan lanjut kita ambil contoh seperti berikut. Had kualiti air sungai bagi parameter Permintaan Oksigen Biokimia (BOD_5) ialah 3 mg/l. Pada tahun 1991 kadar BOD_5 bagi Sungai Linggi ialah 3.76 mg/l dan pada tahun 1992 ia menjadi 2.56 mg/l. Ini menunjukkan berlaku perubahan yang positif. Namun pada tahun 1993, bacaan BOD_5 meningkat kepada 7.06 mg/l (Nordin, ibid). Ini bererti berlaku perubahan yang negatif. Perubahan ke arah negatif atau buruk ini selalunya juga dikenali sebagai *pencemaran*.

Perkataan pencemaran berasal daripada perkataan Latin iaitu *pollutionem* (Warren, 1971) yang bermaksud pencemaran (*defilement*) atau *pollutus* (Klein, 1957) yang bererti menjadi kotor (*to soil*) dan mencemarkan (*to defile*). Di dalam *Oxford English Dictionary* terdapat dua perkataan yang berkaitan dengan pencemaran iaitu *to pollute* dan *pollution*. *To pollute* membawa erti membuat atau menjadikan keadaan fizikal tidak bersih, busuk dan cemar; mengotori dan mencemarkan. Manakala *pollution* bermaksud tindakan pengotoran atau penodaan atau situasi yang dicemarkan; keadaan tidak bersih dan ketidakaslian disebabkan oleh beban cemar.

Dari segi pendefinisan umum, pencemaran merupakan satu perubahan fizik, kimia dan biologi yang mana perubahan ini tidak diinginkan terhadap air, udara dan tanah yang mengakibatkan kesan yang buruk terhadap kehidupan (Saber, ibid). Lord Kennerth mentakrifkan istilah pencemaran sebagai kehadiran sesuatu bahan atau bentuk tenaga ke atas alam sekitar tanpa kawalan dimana ia mendatangkan kesan yang tidak dijangka akibat daripada penggunaan yang berlebihan (Park, 1986).

Menurut Akta Kualiti Alam Sekitar 1991, pencemaran didefinisikan seperti berikut:-

"..... Any direct or indirect alteration of the physical, thermal, chemical, biological or radioactive properties of any part of environment by discharging, emitting or depositing waste so as to affect any beneficial use adversely to cause a condition which is hazardous or potentially hazardous to public health safety or welfare or to animal, birds, wildlife, fish or aquatiq life or to plants or to cause contravention to which a licence under this act is subject"

Bagi pencemaran air, seorang ahli biologi bernama Patrick (1953) mentakrifkan pencemaran air sebagai apa-apa sahaja yang menyebabkan berlakunya pengurangan terhadap kepelbagaian hidupan akuatik dan tindakan ini akhirnya memusnahkan keseimbangan hidupan di dalam sungai. Manakala Ide (1954) pula menyatakan pencemaran air merupakan apa-apa sahaja pengaruh ke atas sungai yang disebabkan oleh kemasukan bahan ke dalamnya yang mana ia mendatangkan kesan yang merugikan terhadap hidupan organisma di dalam sungai.

Coulson dan Forbes (1952) menyatakan pencemaran air adalah apa-apa sahaja tambahan ke dalam air sungai yang mana ia mengubah kualiti asalnya. Dari definisi ini pencemaran dapatlah dibahagikan kepada tiga elemen utama :-

- a. Penambahan air keras (*heavy water*) ke dalam air lembut (*soft water*).
- b. Peningkatan terhadap suhu air.
- c. Percampuran beberapa bahan yang mana ia bertindak balas dengan bahan lain yang telah sedia ada dalam air tersebut dan ini menjadi penyebab kepada pencemaran.

Oleh itu berdasarkan kepada penjelasan di atas, dapatlah disimpulkan bahawa pencemaran air ialah berlakunya ketidakmurnian ke atas air. Keadaan ini akan menciptakan atau mungkin menciptakan suatu gangguan atau menyebabkan air berbahaya dan merugikan kesihatan masyarakat. Ia mengganggu keamanan dan kesejahteraan, penggunaan domestik, perindustrian, pertanian, rekreasi, penternakan atau kegunaan berfaedah yang lain. Ia juga mengganggu haiwan liar, burung, ikan mahupun kehidupan lain. Disamping itu juga, ia menyebabkan berlakunya perubahan terhadap sifat-sifat fizikal, kimia mahupun biologi. Berlaku juga perubahan suhu, rasa warna atau baunya (Sharpe, 1989). Dengan kata lain pencemaran ini rata-ratanya adalah kesan atau akibat daripada aktiviti manusia (Lammers, 1984)

2.2.2 Parameter Air

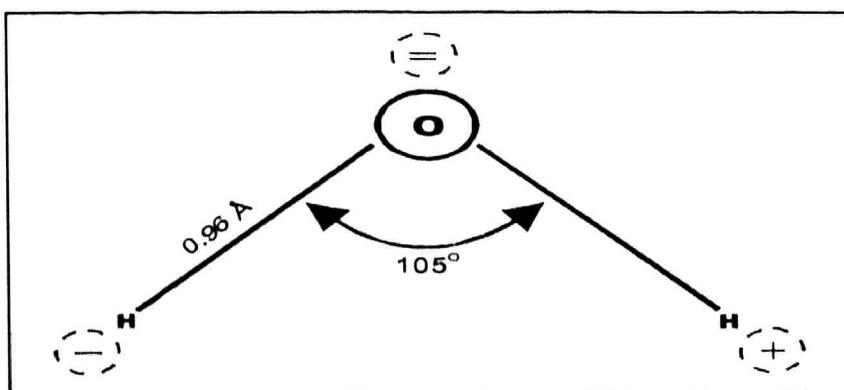
Untuk mendefinisikan parameter air, terlebih dahulu penting untuk diketahui asal-usul kejadian air. Air secara saintifiknya merupakan satu unsur yang sukar untuk didefinisikan secara tepat (Korte, 1971) walaupun ia adalah satu soalan yang mudah. Air bagi pandangan ramai merupakan suatu bahan yang biasa kerana air mudah didapati dan dilihat. Ini kerana bahan ini terdapat di sekeliling kita seperti di laut, tasik, sungai, kolam dan kawasan berair yang lain. Ia merupakan satu bahan yang penting daripada makanan kerana manusia boleh bertahan lapan tanpa makanan tetapi tidak tanpa air (Wan Ruslan, 1994). Kadang-kadang pemahaman manusia berhubung dengan air juga berbeza berdasarkan bidang/disiplin masing-masing. Bagi ahli Agronomi, air perlu untuk menghidupkan dan membesarkan tumbuhan. Bagi jurutera industri pula, air digunakan sebagai agen penyejuk dan stim. Bagi ahli biologi, air adalah medium benda hidup. Manakala ahli metereologi berpendapat air adalah faktor

cuaca dan simpanan tenaga untuk menyeimbangkan pergolakan dalam suhu (Korte, ibid).

Apapun pemahaman atau pendefinisian yang diberikan, yang penting kita perlu memahami apa yang wujud dalam air itu sendiri seperti sebatian kimia, sifat dan peranannya dalam ekosistem bumi. Air berasal dari bahasa Greek iaitu *hidro* dan bahasa Latin sebagai *aqua* (Newell, 1920). Ia merupakan bahan yang boleh diperbaharui (*renewable*) melalui satu proses alam yang dikenali sebagai Kitaran Hidrologi. Dari sudut pandangan kimia, air terdiri daripada komponen kimia hasil daripada paduan dua atom Hidrogen (H) dengan satu atom Oksigen (O) yang mana sebatian kimia ini telah pun wujud sejak alam ini bermula (Korte, ibid). Air yang wujud secara proses alam dalam tiga tahap iaitu pepejal (ais, salji dan hujan batu), gas (wap air) dan cecair (hujan dan embun). Sintesis berhubung dengan air yang mengandungi dua kimia utama telah ditemui selepas tahun 1781 oleh Cavoisier dan Cavendish. Mereka mendapati molekul air ini adalah hasil campuran “*ordinary air*” iaitu oksigen dan “*inflammable air*” iaitu hidrogen (Franks, 1972).

Jika dilihat dari segi bentuknya (lihat Rajah 2.1), atom hidrogen tergenggam kuat pada kedudukan atau sudut lebih kurang 105° (Korte, ibid dan Jackson, 1993). Jarak atom hidrogen daripada atom oksigen lebih kurang 0.1 nm (Todd, 1970) ataupun lebih kurang 1 Angstrom. 1 Angstrom bersamaan dengan 10^{-8} cm.

Rajah 2.1
Bentuk Molekul Air



Sumber : Todd, 1970

Disebabkan atom hidrogen memiliki cas positif (+) dan atom oksigen memiliki cas negatif (-), wujud proses tarik menarik untuk membentuk 1 molekul air (H_2O). Proses ini tidak berhenti setakat pembentukan 1 molekul sahaja. Kedapatan banyak molekul air membolehkan berlakunya proses tarik-menarik dengan lebih giat di antara molekul-molekul tersebut sehingga membentuk satu bentuk air yang lebih besar. Proses ini berlaku berterusan selagi mana wujud kedua-dua atom tersebut.

Dari segi sifatnya, air berubah-ubah mengikut keadaan sekeliling (menjadi cecair, gas dan pepejal). Ia mempunyai takat beku pada $0^{\circ}C$ dan takat didih $100^{\circ}C$ pada tekanan atmosfera (Dewan Bahasa dan Pustaka, 1991). Bagi air yang asli, ia tidak berwarna, bau dan rasa dan merupakan pelarut yang baik bagi kebanyakan bahan. Ia merupakan bahan yang sangat diperlukan dalam proses pembiakan dan pembesaran semua hidupan termasuk manusia dan haiwan (untuk minuman dan kegiatan harian) tumbuhan (untuk pembinaan makanan melalui proses respirasi dan fotosintesis) dan organisme. Ia juga merupakan agen geomorfik yang terpenting dalam pembentukan

dan pengubahsuai bentuk muka bumi di samping mengawal tenaga yang terpenting dalam keseimbangan suhu bumi (Wan Ruslan, ibid).

Perkataan Parameter pula dari segi istilahnya bererti sifat-sifat sesuatu elemen (*characteristic of element*) – (Morris, 1978). Ini bermaksud parameter adalah penunjuk-penunjuk yang memberi gambaran terhadap sifat-sifat sesuatu unsur yang dikaji. Unsur-unsur adalah seperti air, udara, tanah dan sebagainya

Oleh itu berdasarkan penjelasan kedua-dua perkataan ini, dapatlah dibuat kesimpulan bahawa parameter air adalah penunjuk-penunjuk yang dapat memberi gambaran terhadap air. Terdapat banyak parameter air yang dikaji dan ia bolehlah dibahagikan kepada tiga kumpulan yang besar iaitu parameter fizikal, kimia, dan biologi (Canter, 1985).

2.2.2.1 **Parameter Fizikal** – Warna, Bau, Suhu, Sedimen, Kekeruhan, minyak dan gris

2.2.2.2 **Parameter Kimia**

- a. Organik – Permintaan Oksigen Biokimia (BOD₅), Permintaan Oksigen Kimia (COD), Jumlah Karbon Organik (TOC) dan Jumlah Permintaan Oksigen (TOD)
- b. Bukan Organik – Salinity, Keliatan, pH, Keasidan, Kealkalian, Oksigen Terlarut, Nitrogen (Nitrogen Organik, Nitrogen Ammonia, Nitrit, Nitrat), Klorida, Besi, Manganese, Sulfat, Posforus dan logam berat (Merkuri, Plumbum, Cromium, Kuprum dan Zink).

2.2.2.3 **Parameter Biologi** - Coliforms, Faecal Coliform, Pathogen, Virus, Bakteria, Fungi, Alga dan Protozoa.

2.2.3 Aktiviti Manusia

Untuk menjelaskan maksud aktiviti manusia, frasa tersebut terlebih dahulu perlu dipisahkan menjadi dua patah perkataan iaitu aktiviti (*activity*) dan manusia (*human*). Menurut kamus Dewan, perkataan aktiviti bolehlah didefinisikan sebagai sesuatu yang dilakukan, kegiatan dan usaha (Dewan Bahasa dan Pustaka, op cit). Ini bermaksud apa-apa bentuk perbuatan hasil daripada pergerakan sesuatu anggota ataupun bahan seperti manusia, haiwan, tanaih, jentera dan sebagainya dikatakan sebagai aktiviti.

Perkataan manusia pula dapat didefinisikan berdasarkan asal usul kejadian manusia. Dalam bukunya *The Origin of Species*, Charles Darwin (1945) telah mengemukakan satu teori berhubung dengan kejadian manusia. Dalam buku tersebut beliau melalui teori evolusi yang kontroversi mengatakan segala alam haiwan adalah daripada satu sahaja, kemudian dari asal yang satu itu telah berkembang kepada berbagai jenis mengikut keadaan alam sekitar dan suasana sekeliling termasuk manusia. Menurutnya melalui proses evolusi ini, manusia berasal daripada monyet berdasarkan persamaan-persamaan yang wujud.

Dalam Islam, Adam merupakan manusia pertama yang dijadikan oleh Yang Maha Pencipta. Adam diciptakan daripada air, tanah, pati tanah, tanah *tin* yang liat dan sebat, tanah yang panas dan berbatu, tanah keras seperti tembikar, tanah bumi dan menjadikan bentuk - rupa (Haron *et al.*, 1988). Berhubung dengan kejadian zuriat Adam, ia terhasil daripada pencantuman sperma lelaki dengan telur perempuan Hasil daripada percantuman antara lelaki dan perempuan terbentuk janin dalam perut ibu,

daripada pati air yang hina (mani), dicipta berperingkat-peringkat, 'Alaqah, Mudghah, tulang, daging dan menjadi satu ciptaan lain dalam bentuk manusia seperti yang dijelaskan dalam Al-Quran, Surah al-Tariq : 5-8, Surah 'Abasa : 17-22 dan Surah al-Insan : 2-3 (Soenarjo *et al.*, ibid)

Setiap manusia ada kuasa yang mana mereka bebas untuk menggunakan kuasa, kebolehan, sumber yang dianugerahkan kepadanya (Afzalur, 1993) berdasarkan pertimbangan dua elemen penting dalam diri manusia iaitu akal dan nafsu. Ini kerana mereka ditugaskan sebagai pentadbir alam (*khalifah*) dan memakmurkannya (Hamirdin, 1989). Sekiranya elemen nafsu dapat mengalahi elemen akal (berkuasa dalam diri manusia) maka hati dapat dipujuk supaya mengarahkan untuk melakukan kejahatan. Mereka tergelincir daripada menjalankan tugas sebagai pemakmur bumi. Kebanyakan golongan seperti ini adalah manusia kebendaan dan golongan ini tidak pernah puas dengan apa yang mereka telah perolehi. Golongan ini dikenali golongan *bashar* (Zakaria, 1993). Sekiranya akal dapat mengalahkan nafsu, maka segala tindakan yang lahir merupakan tindakan yang baik. Golongan ini biasanya dirujuk kepada manusia yang *non-material*, yang sifatnya adalah universal yang memberikan ciri untuk menjadikan dia benar-benar manusia. Golongan ini merupakan golongan yang penuh tanggung jawab. Golongan ini dikenali golongan *insan*.

Berdasarkan pengertian dan huraian di atas, aktiviti manusia dapatlah dikatakan sebagai sesuatu kegiatan dan usaha yang dilakukan oleh manusia seperti pembalakan, penangkapan ikan, pembakaran, pembukaan tanah, pembinaan rumah, menanam padi dan sebagainya berdasarkan pertimbangan akal dan nafsu. Sekiranya manusia menjalankan aktivitinya berdasarkan pertimbangan nafsu melebihi

pertimbangan akal, natijahnya lebih banyak mendatangkan kerosakan. Sekiranya aktiviti tersebut berdasarkan pertimbangan akal melebihi nafsu, natijahnya akan membawa kepada kemakmuran bumi ini.

Aktiviti manusia ini secara keseluruhannya disebabkan oleh empat perkara. Tiga daripadanya untuk tujuan memakmurkan bumi iaitu untuk survival, untuk petempatan, untuk keselesaan hidup (Hamirdin, ibid) dan bakinya untuk tujuan kerakusan.

2.3 KITARAN HIDROLOGI MALAYSIA

2.3.1 Kitaran Hidrologi

Air bertukar antara bumi dan atmosfera setiap masa. Pertukaran ini dijayakan dengan adanya haba dari matahari dan tarikan graviti (Leopold, 1974). Air yang disejat daripada permukaan tanah yang basah, daun tumbuhan hidup, daripada tasik dan kawasan berair yang lain akan ditukarkan di udara dalam bentuk wap air. Apabila wap air ini menjadi banyak, ia akan dikondensasikan menjadi cecair dan jatuh sebagai air hujan yang akan membekalkan air kepada sungai dan tasik serta kawasan berair yang lain dan air tersebut mengalir ke dalam lautan. Kemudian berlaku lagi sejatan daripada permukaan tanah, silera tumbuhan (daunan), lautan dan kawasan berair yang lain untuk dibawa balik ke atmosfera sebagai wap air. Pertukaran ini berlaku secara berterusan dan ia wujud seiring dengan kewujudan bumi. Pertukaran air antara bumi dan atmosfera ini dikenali sebagai Kitaran Hidrologi.

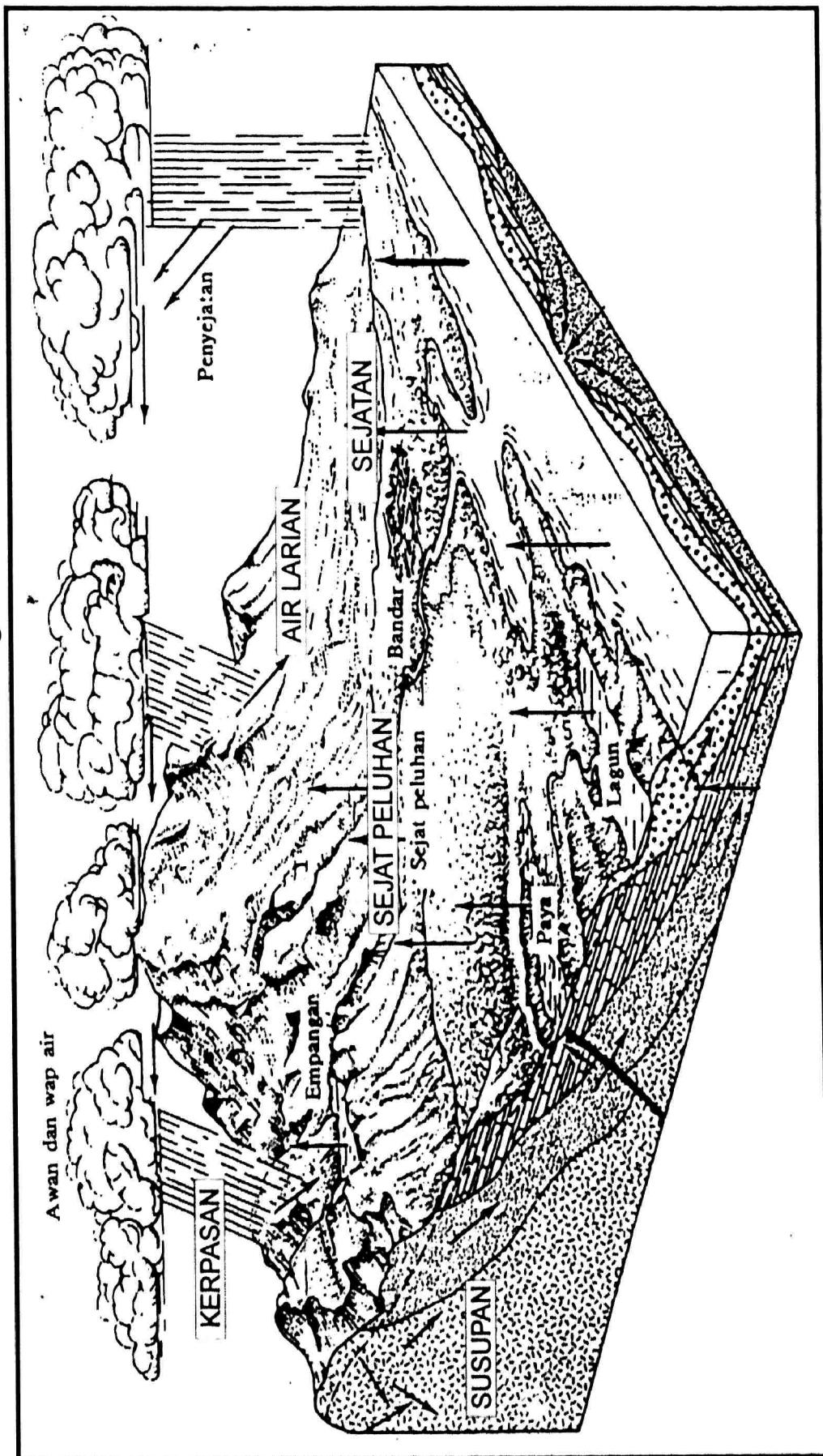
Terdapat lima proses penting yang menjayakan kitaran hidrologi. Kelima-lima proses tersebut termasuklah kerpasan, intersepsi, sejatan, infiltrasi dan air larian (lihat

Rajah 2.2). Daripada kelima-lima proses ini, belum diketahui proses yang manakah yang bermula dahulu dan yang manakah yang terakhir. Tetapi apa yang pasti kitaran ini tidak mempunyai titik permulaan dan titik akhir pusingan. Konsep kitaran ini adalah penting bagi memahami kewujudan dan perkembangan air serta pengurusannya untuk manusia sejagat.

2.3.1.1 Kerpasan (*precipitation*) - Hujan, salji, hujan bercampur salji, hujan batu dan embun secara kumpulannya dinamakan kerpasan. Lazimnya kerpasan lebih merujuk kepada hujan kerana kebanyakan yang turun ke bumi adalah hujan. Hujan berlaku apabila wap air yang telah dikondensasikan menjadi manik-manik kecil dan membentuk awan. Di dalam awan berlaku proses cantuman antara manik sehingga manik air itu mampu untuk jatuh ke bumi sebagai hujan. Ada yang jatuh secara terus ke bumi atau pemukaan-permukaan lain dan ada yang diintersepsikan oleh bangunan, tumbuhan dan sebagainya.

Di Malaysia, penerimaan hujan adalah dipengaruhi oleh keadaan topografi (Aiken *et al.*, 1994). Hujan yang paling banyak diterima ialah sebanyak 3556 mm setahun dan purata hujan tahunannya antara 2032 – 2286 mm setahun. Kawasan yang paling sedikit terima hujan ialah di daerah Jelebu Negeri Sembilan.

Rajah 2.2
Kitaran Hidrologi



Sumber : David dan Andrian (1987)

2.3.1.2 Intersepsi atau Pintasan (*interception*) – Apabila hujan turun, air hujan tidak akan sampai terus ke bumi kerana terdapat objek yang memintas air tersebut seperti pokok, bangunan dan sebagainya.. Bagi kawasan yang dilitupi hutan, tanah terelak daripada kesan titisan hujan (Soepadmo, 1983) kerana hutan bertindak sebagai kanopi. Jumlah titisan air hujan yang sampai ke permukaan tanah adalah bergantung kepada kekuatan ribut dan jenis litupan tumbuhan (Aiken *et al.*, ibid).

Terdapat tiga komponen utama dalam intersepsi iaitu aliran batang (*stemflow*), jatuh langsung (*throughfall*) dan hujan terus. Apabila air jatuh ke atas tumbuhan, daun akan memerangkap air tersebut. Apabila kapasiti daun telah mencapai had maksimum, air akan dipindahkan melalui dua cara iaitu melalui jatuh langsung dan aliran batang. Jatuh langsung bermaksud air daripada daun akan jatuh terus ke atas permukaan tanah. Bagi aliran dahan dan batang, mengambil proses yang agak lambat sedikit kerana permukaan dahan terpaksa dibasahkan terlebih dahulu bagi membolehkan kelincinan pergerakan air. Selepas itu air turun melalui batang untuk sampai ke permukaan sebagai air larian permukaan atau disusup melalui akar dan rongga tanah.

Di Malaysia dalam kajian intersepsi yang melibatkan pelbagai jenis tumbuhan menunjukkan wujud perbezaan dari segi keupayaan memintas titisan air hujan. Manokaran (1979) jumlah intersepsi di kawasan hutan iaitu 36% dan 21.8% masing-masing. Teoh (1973 dan 1977) menunjukkan keupayaan intersepsi oleh pokok getah yang berumur 6.5 tahun dengan

kepadatan 220 – 250 pokok/ha ialah 13.6 – 15.0% berbanding 26.4 – 31.9% bagi pokok getah dengan kepadatan 1000 pokok/ha. Bagi pokok kelapa sawit yang berumur 13 tahun pula, keupayaan intersepsi ialah 17.2% (Univ. Pertanian Malaysia, 1979)

2.3.1.3 Susupan (*infiltration*) - Air yang sampai ke permukaan samada melalui hujan terus, aliran batang akan masuk ke dalam tanah melalui rongga-rongga tanah selagi keupayaan infiltrasi melebihi intensiti hujan. Kebolehupayaan tanah untuk menyusup air bergantung kepada kandungan air dalam tanah dan jenis tanah. Sekiranya tanah berada dalam keadaan kering keupayaan susupan adalah tinggi kerana rongga-rongga dalam tanah belum lagi terisi. Pada masa ini air larian belum lagi wujud (Lockwood, 1976). Sekiranya kesemua rongga terisi, maka kadar susupan akan mencapai had. Ini menyebabkan tanah mencapai tahap tenu dan tidak dapat lagi menyusupkan air dan terpaksa membawa air ini keluar ke atas permukaan tanah menjadi air larian permukaan.

Douglas (1977) dalam kajiannya terhadap keupayaan infiltrasi terhadap siri-siri tanah menunjukkan wujud perbezaan antara satu sama lain. Kadar infiltrasi Siri Tanah Batu Anam yang terdiri dari laterit dan tanah liat berlumpur iaitu 10 – 13.6 mm/jam. Siri Malacca (laterit besar dan tanah liat berlumpur) mempunyai kadar infiltrasi iaitu 15 – 420 mm/jam. Bagi siri Malacca (laterit besar) mempunya kadar infiltrasi sebanyak 107 – 650 mm/jam. Namun ia banyak dipengaruhi oleh samada terdapat tumbuhan atau tidak. Sekiranya tidak ada tumbuhan, hakisan permukaan

yang akan menutup rongga udara tanah yang menyebabkan peningkatan kepada aliran permukaan (Aiken *et al.*, ibid).

2.3.1.4 Sejatan (evaporation) dan Sejatpeluhan (evapotranspiration) - Dalam proses ini, cahaya atau haba matahari memainkan peranan yang penting. Cahaya matahari melalui haba yang dimilikinya akan menyerap air dari kawasan berair seperti tasik, sungai, kolam, lautan dan permukaan tanah. Proses ini dinamakan sezatan. Air yang terperangkap di daun samada melalui hujan atau proses transpirasi juga turun disejat oleh haba matahari. Proses ini dinamakan sejatpeluhan. Cahaya matahari akan menyerap air tersebut dan menukar air kepada wap air di udara. Proses ini berperanan untuk menyeimbangkan suhu di atmosfera dan di bumi.

Hujan yang turun di beberapa bahagian Banjaran Utama di Negeri Selangor iaitu sebanyak 2920 mm setahun telah hilang melalui proses sejatpeluhan sebanyak 100 mm. Ini bermakna kira-kira 36% yang terlibat dengan proses ini dan 64% lagi turun sebagai hujan yang digunakan oleh tumbuhan, binatang dan manusia. Di kawasan tanah rendah, 45% terlibat dengan proses sejatpeluhan dan 55% lagi untuk tujuan lain (Aiken *et al.*, op cit). Low dan Goh (1972) menunjukkan bahawa dalam situasi Malaysia, permintaan yang tinggi untuk proses ini dan hanya 50 – 60% sahaja yang turun sebagai hujan.

2.3.1.5 Air Larian permukaan (Surface runoff) - Proses ini terjadi apabila hujan yang turun terus ke permukaan tanah bergabung membentuk air larian

permukaan. Namun air yang disusup melalui proses infiltrasi akan membentuk aliran bawah permukaan dimana aliran ini sampai satu tahap akan bertemu dengan titik tanah tenu. Pada situasi ini aliran bawah permukaan ini tidak boleh lagi mengalir melalui bawah permukaan dan terpaksa keluar ke permukaan. Aliran ini akan bergabung dengan larian permukaan membentuk aliran lembaran dan masuk ke sungai. Daripada sungai air akan dibawa ke dalam laut.

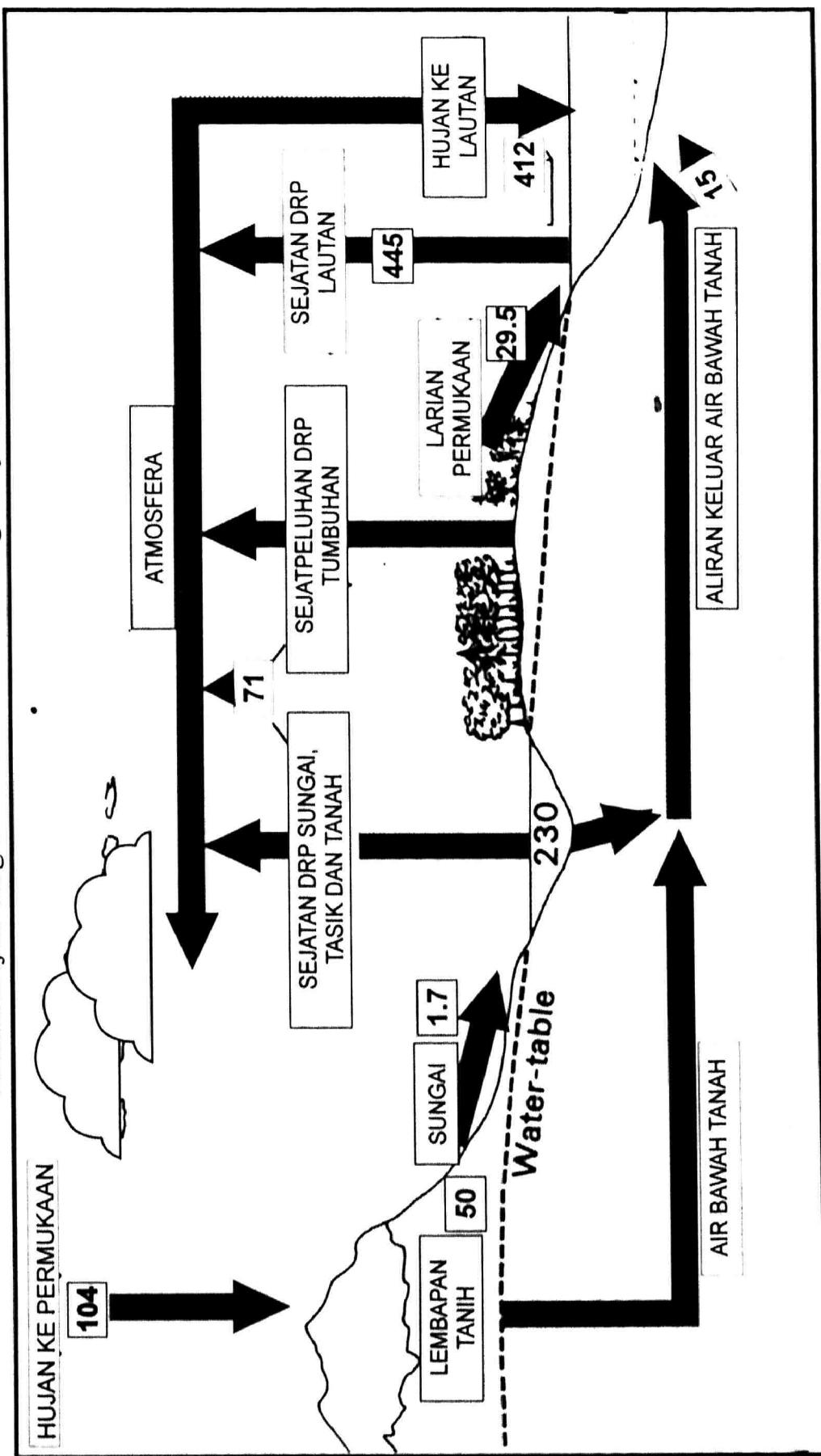
Purata air larian tahunan kira-kira 147 billion m³ di Semenanjung Malaysia, 113 billion m³ di Sabah dan 306 billion m³ di Sarawak (JICA, 1982a). Jumlah inilah yang memberikan sumbangan kepada kegunaan domestik, industri dan pertanian serta kegunaan berfaedah yang lain.

Daripada perbincangan di atas, pergerakan air melalui kitaran ini cukup teratur dan yang lebih menakjubkan lagi ialah jumlah air yang turun sebagai hujan sama dengan jumlah air yang disejat (lihat Rajah 2.3).

2.3.2 Proses Kejadian Air Permukaan - Sungai

Kickby dan Chorley (1967) telah mencadang dua model dalam membincangkan proses pembentukan aliran air permukaan (sungai). Model tersebut adalah Model aliran atas permukaan Horton (*Horton Overland Flow*) yang merujuk kepada kawasan tanah gersang dan model Aliran bawah permukaan (*Throughflow* atau *Saturation Overland Flow*) yang merujuk kepada kawasan bertumbuhan. Namun begitu penulis akan menggabungkan kedua-dua model bagi membincangkan proses permulaan sungai.

Rajah 2.3
Jumlah Hujan Yang Turun = Jumlah Air Yang Disejat (km^2)



Apabila hujan turun, di kawasan yang tidak ada tumbuhan (tanah gersang) air hujan akan terus menerus sampai ke atas permukaan bumi. Pada kawasan sebegini proses susupan adalah sangat singkat kerana titisan hujan yang jatuh akan melakukan hakisan percikan (*rainplash*) ke atas tanah. Percikan tanah ini akan menutup lubang atau rongga-rongga tanah dan menyebabkan air tidak dapat lagi tersusup ke dalam tanah. Ini menyebabkan berlakunya air larian permukaan. Lama-kelamaan aliran ini akan bertumpu dan menghakis tanah membentuk ril-ril kecil.

Bagi kawasan yang ada tumbuhan, pokok akan bertindak sebagai kanopi untuk menghalang air jatuh terus ke atas permukaan. Air hujan akan jatuh ke tanah menerusi jatuh langsung, jatuh terus dan aliran batang. Jatuh langsung dan hujan terus, sebahagiannya akan tersusup ke dalam tanah melalui rongga-rongga tanah atau lubang cacing dan sebahagiannya akan menjadi air larian permukaan (*litterflow*). Air yang melalui aliran batang akan terus tersusup melalui akar ataupun melalui rongga tanah.

Di dalam tanah, air yang tersusup akan bergerak melalui dua cara iaitu secara menegak dan mendatar. Ada diantara air yang baru sahaja menyusup di pesongan menjadi mendatar. Aliran ini mengalir hampir permukaan dan ia dikenali aliran bawah permukaan. Air yang terus menyusup secara menegak akan bertemu dengan kawasan tak telap air. Ini menyebabkan aliran menegak ini terpesong menjadi aliran mendatar. Aliran ini terletak di bawah tanah terus ke sungai atau ke laut ataupun tasik yang mana aliran ini dikenali aliran dasar. Bagi aliran bawah permukaan akan terus mengalir dan mengisi rongga-rongga tanah di bahagian bawah. Ini menyebabkan pada satu tahap kawasan bawah permukaan akan menjadi tepu dan tidak dapat menerima kemasukan air. Hasilnya aliran ini akan melencong ke atas (*return flow*) dan keluar ke atas

permukaan (Knighton, 1984). Aliran keluar ini lama kelamaan akan membentuk lubang yang akhirnya membentuk ril.

Gabungan aliran ril kecil ini seterusnya membentuk aliran lembaran dan seterusnya aliran ini akan bertumpu pada satu lekukan atau memasuki “pipe” (lubang panjang seperti paip) yang akan membentuk ril -ril yang lebih besar sedikit. Ril-ril ini pula mengalami proses tawan-menawan antara ril dan membentuk ril-ril yang lebih besar. Proses yang sama berlaku untuk membentuk galir, galur dan seterusnya menjadi sungai kecil (*tributaries*).

Pada hari ini terutama di kawasan yang telah diubah oleh manusia (kawasan bandar), sistem saliran telah banyak berubah. Sistem saliran dalam suatu lembangan kebanyakannya terdiri daripada parit, longkang dan sungai kecil. Ini berbeza dengan sistem lembangan yang asal (kawasan hutan), sistem salirannya hanya terdiri daripada ril, galur, galir, anak sungai dan sungai. Gabungan kedua-dua situsai ini (bandar dan hutan), jenis aliran bertambah. Walauapapun pertambahan, kesemuanya ini telah menyumbang kepada pembentukan aliran sungai. Aliran inilah yang dikenali aliran permukaan yang mana menjadi sumber utama bekalan air domestik di kebanyakan negara.

Walau bagaimanapun Meybeck, *et al.* (1992) telah membahagikan sungai kepada tujuh kelas iaitu *very large rivers, large rivers, rivers, small rivers, streams, small streams dan brooks* (lihat Jadual 2.1). Pengelasan ini berdasarkan ciri-ciri aliran, keluasan lembangan dan kedalaman sungai.

Jadual 2.1
Pengelasan Sungai Berdasarkan Purata Aliran, Keluasan, Kedalaman
Dan Order Sungai

Kelas Sungai	Purata Aliran ($m^3 s^{-1}$)	Keluasan saliran (km^3)	Kedalaman Sungai (m)	Order Sungai*
<i>Very large rivers</i>	>10.000	> 10^6	>1,500	>10
<i>Large rivers</i>	1,000-10,000	100,00 - 10^6	800-1,500	7-11
<i>Rivers</i>	100-1,000	10,000-100,000	200-800	6-9
<i>Small rivers</i>	10-100	1,000-10,000	40-200	4-7
<i>Streams</i>	1-10	100-1,000	8-40	3-6
<i>Small streams</i>	0.1-1.0	10-100	1-8	2-5
<i>Brooks</i>	<0.1	<10	<1	1-3

* Bergantung kepada keadaan lokasi sungai

Sumber : Meybeck, *et al.* (1992)

2.4 KEGUNAAN DAN KEPENTINGAN AIR

Air merupakan fenomena alam yang mempunyai banyak kepentingan samada untuk persekitaran, haiwan, tumbuhan mahupun manusia. Bermacam-macam pengelasan kegunaan air yang telah dibuat oleh beberapa penulis/pengkaji seperti Meybeck, *et al.* (ibid), Nik Fuad (1990), Twort. *et al.* (1994) dan JICA (1982a). Walau apapun pengelasan, kegunaan air dapat dikelaskan kepada dua kumpulan besar iaitu Kegunaan Konsumtif dan Kegunaan Bukan Konsumtif. Kegunaan Konsumtif bermaksud air yang digunakan menyebabkan ia menjadi kurang. Antara aktiviti yang terlibat dalam kumpulan ini ialah tujuan domestik, pengairan dan perindustrian. Kegunaan Bukan Komsumtif pula merupakan penggunaan air yang tidak mengubah

kuantiti air tersebut. Antaranya ialah untuk tujuan penjanaan kuasa hidro, pelayaran/pengangkutan (*inland navigation*), rekreasi dan perikanan.

2.4.1 Kegunaan Konsumtif

2.4.1.1 Kegunaan Domestik

Kegunaan Domestik merupakan sektor dominan yang menggunakan air bersih dari bekalan awam. Ia melibatkan penggunaan air di antara 40-60 peratus daripada bekalan air (Nik Fuad, ibid). Antara contoh kegunaan domestik termasuklah untuk air minum, memasak, mandi, mencuci rumah dan kereta, sanitari, menyiram taman serta membasuh pakaian dan pinggang mangkuk. Todd (1970) dalam kajiannya ke atas penggunaan air domestik di Amerika telah membuat beberapa anggaran penggunaan air domestik mengikut penggunaan sehari-hari. Untuk tujuan membasuh jumlah air yang digunakan sebanyak 1%, penyediaan minuman dan makanan sebanyak 5%, mandi 37%, penyiraman halaman 3%, 'flushing' tandas 41%, basuh pinggan mangkuk 6%, pembersihan rumah 3%, dan penyucian pakaian 4%. Dianggarkan sebanyak 567 l/h diperuntukkan bagi setiap orang di Amerika yang mana 41% daripadanya adalah digunakan untuk domestik (Mather, 1984).

Bagi Malaysia, kegunaan domestik seperti mana yang ditunjukkan oleh JICA (1982b). Jumlah kegunaan domestik berdasarkan kepada jumlah penduduk dan hiraku kawasan tersebut (lihat Jadual 2.2)

Jadual 2.2
Kegunaan Air Domestik Perkapita di Malaysia

	Jumlah penduduk (10^3)	Tahun	
		1990	2000
Bandar	> 1000	240	270
	1000-500	220	250
	500-100	200	230
	100-10	190	220
Luar Bandar		125	175

Sumber : JICA, 1982b

Daripada jadual di atas, apa yang dapat dilihat bahawa pada tahun 1990, penggunaan air perkapita penduduk bandar adalah dua kali ganda berbanding penduduk luar bandar iaitu 240 liter dan 125 liter masing-masing. Bagi keadaan biasa aliran purata penggunaan domestik lebih kurang 239 l/orang/hari dan ini banyak bergantung kepada faktor iklim, status sosial, kualiti air, kos air, sistem sanitasi, tekanan air dan jenis bekalan (Nik Fuad, ibid) Penggunaan Domestik keseluruhan semakin meningkat dengan bertambahnya penduduk. Penggunaan tahunan domestik pada tahun 1980 sebanyak $533.6 \times 10^6 \text{m}^3/\text{tahun}$ dan ia meningkat kepada $1051.5 \times 10^6 \text{m}^3/\text{tahun}$ pada tahun 1990. Dianggarkan pada tahun 2000 jumlah penggunaan domestik ialah $1760.2 \times 10^6 \text{m}^3/\text{tahun}$. (JICA, ibid).

Oleh kerana Malaysia mempunyai jumlah air yang banyak, pembangunan sumber air untuk bekalan domestik berjalan dengan lancarnya. Ini jelas dengan peruntukan yang besar seperti yang dibuat dalam Rancangan Malaysia Keenam (RM6) dan Rancangan Malaysia Ketujuh (RM7). Jumlah bekalan air paip ke rumah – rumah semakin meningkat setiap tahun. Sebagai contohnya pada tahun 1990, 80% penduduk

telah mendapat bekalan air paip dan ia meningkat kepada 89% dalam tahun 1995. Dianggarkan pada tahun 2000 sebanyak 95% penduduk akan mendapat bekalan air bersih (Jabatan Perdana Menteri, 1995)

2.4.1.2 Perindustrian

Perindustrian merupakan sektor yang penting terutamanya industri pembuatan. Menjelang tahun 2020, Malaysia ingin menjadi negara industri. Ini jelas berdasarkan kepada terdapat banyak kawasan ladang industri baru. Dalam Rancangan Malaysia Ketujuh (RM7), peruntukan yang besar diberikan untuk membangunkan sektor ini kerana ia merupakan peratus penyumbang terbesar dalam GNP dalam tempoh Rancangan Malaysia Keenam (Jabatan Perdana Menteri, 1991). Pembangunan sektor industri selaras dengan pembangunan air. Ketiadaan air menyebabkan banyak kilang-kilang terpaksa ditutup atau akan mengalami kerugian.

Mather (1984) telah mengkategorikan 6 jenis penggunaan air dalam sesebuah industri. Ia termasuklah penyejukan (*cooling*), penjanaan kuasa (*generation of power*), operasi pembuatan atau pemerosesan (*processing or manufacturing operation*), penyucian dan lain-lain tujuan pembersihan (*clean up and other sanitary purposes*), tujuan pengawasan kebakaran (*fire protection*) dan kegunaan lain-lain (*miscellaneous*). Jumlah penggunaan ini adalah berbeza daripada satu industri dengan industri yang lain. Perbezaan ini bergantung kepada jenis industri, saiz organisasi, kuantiti, kualiti, kos air serta takat proses edaran semula air (Nik Fuad, ibid). Mather (ibid) menjelaskan untuk menghasilkan satu tan besi, memerlukan antara 1,400 hingga 65,000 gallon air dan 0.8 hingga 45 galon air untuk menapis satu galon minyak.

Perkembangan industri yang baik menyebabkan permintaan terhadap air bersih turut meningkat. Permintaan air bagi industri di Semenanjung Malaysia pada tahun 1980 sebanyak $636.4 \times 10^6 \text{m}^3/\text{tahun}$ dan ia meningkat kepada $1340.8 \times 10^6 \text{m}^3/\text{tahun}$ pada tahun 1990. Oleh kerana penggunaan air dalam masa 10 tahun untuk industri hampir dua kali ganda, maka dalam tahun 2000 dijangkakan penggunaan air meningkat kepada $2567.2 \times 10^6 \text{m}^3/\text{tahun}$ (JICA, ibid). Penggunaan air yang banyak oleh industri menyebabkan beberapa syarikat perkilangan terpaksa memproses semula (kitar semula) air untuk jimatkan kos. Antaranya syarikat ICI di Petaling Jaya.

2.4.1.3 Pertanian dan penternakan

Penggunaan air untuk pertanian dan penternakan termasuklah air yang dibekalkan kepada ladang, kebun dan kawasan penternakan haiwan. Kebanyakan air untuk pertanian digunakan untuk tujuan pengairan. Air yang digunakan ini berpunca daripada air permukaan melalui parit ke kawasan kawasan penanaman. Pengairan ditumpukan terutamanya untuk penanaman padi sawah dua kali setahun. Ia menggunakan hampir 80% daripada keseluruhan jumlah air di Malaysia (JICA, 1982c). Untuk tujuan ini beberapa skim pengairan telah dibuat dan yang paling awal di Kerian pada tahun 1880. Ia yang membekalkan air ke sawah-sawah bagi penanaman sekali setahun. Selepas itu beberapa skim pengairan telah dibina bagi menghadapi kekurangan air. Antaranya projek pengairan Tanjung Karang dan projek pengairan Sg. Manik. Beberapa lagi empangan telah dibina untuk menampung program penanaman dua kali setahun. Antaranya Empangan Muda di Kedah, Empangan Kemubu di Kelantan, Empangan Tima Tasoh di Perlis. Sehingga tahun 1980 sebanyak 832 skim pengairan telah diwujudkan di seluruh Malaysia.

Berdasarkan perangkaan pengairan yang telah dibuat oleh JICA (1982e), jumlah purata tahunan permintaan air sebanyak $7 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{tahun}$ dalam tahun 1980 yang mana ia mengairi kawasan seluas 301,769 ha pada musim utama. Jumlah ini meningkat kepada $8.3 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{tahun}$ dengan keluasan kawasan yang diairi kira-kira 392,055 ha pada tahun 1990. Peningkatan beras yang meningkat disebabkan pertambahan penduduk menyebabkan keluasan kawasan yang digunakan untuk penanaman padi menghampiri setengah juta hektar dengan jumlah air sebanyak $9.3 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{tahun}$.

2.4.2 Kegunaan Bukan Konsumtif

2.4.2.1 Pelayaran dan pengangkutan

Sungai telah digunakan sebagai jalan pengangkutan sejak dahulu lagi. Ia digunakan untuk menghubungkan jalan laut dengan kawasan pedalaman yang kaya dengan sumber asli seperti bijih timah. Pembangunan negara dewasa ini telah mengikis sedikit demi sedikit cara pengangkutan ini dengan terbinanya banyak laluan darat seperti jalan raya dan jalan keretapi yang mudah untuk digunakan. Walau bagaimanapun cara pengangkutan ini masih banyak digunakan di Sabah dan Sarawak. Di Semenanjung terdapat beberapa sungai yang masih lagi digunakan untuk pengangkutan. Antaranya Sg. Perak dan Sg. Kelantan.

Pada tahun 1979 sebanyak 10 195 buah bot berdaftar di Jabatan perikanan yang terdapat di 55 buah jeti di sungai-sungai utama di Semenanjung Malaysia. Jenis pengangkutan dapat dibezakan berdasarkan tujuan pengangkutan bot tersebut. Antaranya:-

- a. Bot penumpang - menghantar penumpang antara kampung atau menyeberangi sungai.
- b. Bot kargo – menghantar hasil pertanian, balak , minyak sawit dan petroleum.
- c. bot nelayan – untuk tujuan pergi ke laut untuk menangkap ikan.

Di Sg. Kelantan, jumlah trip sehari antara 4 hingga 6 dengan jumlah bot berdaftar sebanyak 71 buah. Ia menghantar penduduk dari Kg. Laut ke kota Bharu (JICA, 1982f). Dalam kes Sg. Rejang, jumlah penumpang yang menggunakan Bot Ekspres daripada Sibu ke Kapit pada september 1989 antara 545 hingga 722 orang. Bagi Sg. Kinabatangan, selain menghantar penumpang dan hasil pertanian, sungai digunakan untuk menghantar batang-batang balak ke pelabuhan atau ke kilang pemerosesan balak.

2.4.2.2 Penjanaan Kuasa Hidro

Kederasan air amat penting untuk menjanakan kuasa hidro. Sungai yang deras lagi pendek di Semenanjung Malaysia menjadikan ia sesuai untuk tujuan ini. Oleh kerana kebelakangan ini jumlah aliran dan kederasan air sungai semakin berkurangan kesan daripada pelupusan kawasan hutan, banyak empangan telah dibina untuk penjanaan kuasa hidro elektrik. Sarawak merupakan kawasan yang mempunyai keupayaan yang tinggi dalam menghasilkan tenaga hidro iaitu 69.6% diikuti oleh Sabah 17.2% dan Semenanjung Malaysia sebanyak 13.8%. Di Semenanjung Malaysia terdapat tiga sungai utama yang sesuai untuk menjana hidro elektrik iaitu Sg. Pahang, Sg. Kelantan dan Sg. Perak. Menurut laporan JICA (1982d), permintaan tenaga pada tahun 1990 di Malaysia ialah 26 129 Gigawatt/jam (Gw/j) dengan jumlah maksimum tenaga 4 398

mw. Diunjurkan menjelang tahun 2000 tenaga yang diminta sebanyak 60 337 Gw/j dengan tenaga maksimum 10 235 mw.

Untuk menampung keperluan tersebut dianggarkan 29,000 mw akan dijanakan sehingga akhir Rancangan Malaysia Ketujuh. Empangan Kenyir mampu mengeluarkan 400mw, Sg. Piah 70mw, Empangan Pergau 600 mw dan Empangan Bakun dijangka dapat menjanakan tenaga sebanyak 2400 mw pada tahun 2003 (Jabatan Perdana Menteri, 1995). Pada tahun 1988 menunjukkan tenaga hidro menyumbangkan sebanyak 28.32% daripada keseluruhan jumlah tenaga.

2.4.2.3 Rekreasi

Tepi pantai dan kawasan-kawasan perkelahan seperti hutan lipur yang mempunyai sungai dan air terjun menjadi tumpuan semasa hujung minggu dan cuti umum. Sebagai contohnya Pulau Kapas di Terengganu merupakan pulau yang mempunyai pasir yang cantik dan air yang jernih, disamping terdapatnya Pulau Tioman di Pahang dan Pantai Desaru di Kota tinggi Johor. Banyak tempat-tempat penginapan telah didirikan bermula dari chalet hingga ke hotel bertaraf 5 bintang seperti yang terdapat di sepanjang pantai Port Dickson

2.4.2.4 Perikanan

Sektor perikanan juga penting di sepanjang sungai ataupun laut. Di Malaysia perikanan terbahagi dua iaitu samada menangkap terus ikan daripada sungai ataupun memelihara ikan tersebut. Kebiasaannya kedua-dua cara ini dilakukan samada di sungai, tasik, dan kawasan takungan air yang lain seperti lombong timah, sawah padi dan empangan atau kolam binaan. Pada masa ini, kebanyakan aktiviti penangkapan

ikan dijalankan di sungai, lombong terbiar dan sawah padi manakala aktiviti pemeliharaan ikan dijalankan di kawasan lombong. Antara ikan yang kebanyakannya dipelihara adalah terdiri daripada ikan jenis tilapia, kap, lampam jawa, patin, haruan dan belut.

2.5 KESAN AKTIVITI MANUSIA KE ATAS KUALITI AIR

2.5.1 Pertanian dan Penternakan

Kesan aktiviti pertanian ke atas kualiti air telah banyak dijalankan terutamanya kandungan nutrien ke dalam sungai. Elemen yang biasa dijumpai dalam air kesan daripada pertanian ialah nitrogen, posforus, kalsium dan potassium manakala elemen yang tidak meluas iaitu sodium, klorin, magnesium dan sulfur (Gasser, 1980). Kehilangan nutrien daripada kawasan pertanian bertanam iaitu 1 – 1.7 kg/ha P dan 18 – 20 kg/ha iaitu 10 – 12 kali lebih tinggi berbanding daripada kawasan semulajadi (Kauppi *et al.*, 1993). Troake *et al.* (1976) menjumpai 6.6 mg/l Nitrat di dalam tasik dalam kawasan saliran Slapton Wood di Barat England. Stewart *et al.* (1976) menjumpai 8 mg/l Nitrogen yang kebanyakannya dalam bentuk nitrat dan 0.05 mg/l posforus di dalam air larian permukaan di kawasan tanah pertanian di timur Scotland. Ini disebabkan penggunaan baja dan racun di kawasan kajian. Penggunaan baja najis binatang yang mencukupi boleh mengubah parameter SS, COD, BOD₅, nitrat, NH₃-N, posforus dan potassium (O'Callaghan dan Pollock, 1976). Sebagai contohnya penggunaan 6.25 mm sluri menyebabkan kandungan BOD₅ sebanyak 800 mg/l dan penggunaan 12.5 mm sluri menyebabkan kadar BOD₅ sehingga 1000 – 3000 mg/l. Penggunaan pestisid juga memberi kesan yang besar ke atas kualiti air kerana pada

hari ini lebih daripada 600 bahan kimia dan 1500 formula yang telah digunakan dalam bidang pertanian (Gasser, ibid)

Aktiviti penternakan juga memberi kesan ke atas kualiti air. Jumlah BOD_5 adalah tinggi daripada ladang pertanian haiwan iaitu antara 100 – 12000 mg/l (Krenkel dan Novotny, 1980). Peningkatan dalam penternakan kerbau iaitu 0.62 DCE ha kepada 3.98 DCE ha telah menyebabkan kandungan nitrogen bukan organik meningkat dengan cepat iaitu 1.5 mg/l kepada 8.2 mg/l. Posforus meningkat daripada 0.12 mg/l kepada 0.12 mg/l. Magnesium daripada 9.7 mg/l kepada 17.8 mg/l (Smith, 1976). Efluen daripada kawasan penternakan ikan air tawar telah menyebabkan konsentrasi DO menurun kepada 1.7 mg/l, BOD_5 sebanyak 14 mg/l NH_3-N kepada 1.47 mg/l (Boaventura *et al.*, 1997). Kesan air larian daripada kawasan ternakan memberi sumbangan kepada kandungan nutrien dalam air melalui keterlarutan najis dalam air tersebut. Ayam menyumbangkan 0.6 g/kg/sehari NH_4-N dan 0.2 kg/ternakan/setahun posforus. Lembu daging menghasilkan 0.11 g/kg/sehari NH_4-N dan 13 kg/ternakan/tahun posforus (Porcella *et al.*, 1974).

2.5.2 Perbandaran dan Jalanraya

Kebanyakan kesan perbandaran ke atas kualiti air dicatatkan semasa proses aliran kilat berlaku di kawasan tadahan bandar. Parameter-parameter yang sering terganggu di kawasan perbandaran dan jalan raya ialah sedimen, BOD_5 , COD, NH_3-N , nutrien dan beberapa parameter yang lain (lihat Jadual 2.3) Randall *et al.* (1977) menunjukkan

Jadual 2.3
Ringkasan Julat Konsentrasi bagi Beberapa Parameter Dalam
Air Larian Bandar Dan Air Larian Jalanraya

PARAMETER	JULAT KONSENTRASI (mg/l ⁻¹)	
	AIR LARIAN JALAN	AIR LARIAN BANDAR
BOD ₅	25 - 165	1 - 700
COD	300	5 - 3 100
Jumlah Pepejal	474 - 1070	400 - 15322
Pepajal Terampai	11 - 5500	2 - 11300
TDS	66 - 3050	9 - 574
Kekonduksian Elektrik	1000	55 - 20000
Ammonia N	1 - 2	0.1 - 14.0
Nitrat	0.31 - 2.62	0.1 - 2.5
WEDDA		5 - 160
Jumlah Posforus	0.3 - 0.7	0.09 - 4.4
Klorida	4 - 700000	2 - 25000
Kadmium	0.002 - 0.01	0.006 - 0.045
Plumbum	0.007 - 2.5	0.041 - 0.45
Besi	1 - 113	0.01 - 14.5
Merkuri	5 - 440	0 - 5.3
Jumlah Kolifom (ml ⁻¹)	0.029	240 - 99100

Sumber : Ubah Suai Pope, 1980

perbezaan jumlah pepejal terampai (TSS) semasa aliran biasa adalah lebih rendah iaitu 1507 mg/l berbanding semasa aliran kilat berlaku iaitu mencapai 46 308.0 mg/l. Begitu juga Whipple *et al.* (1974) menunjukkan kawasan Mile Run di New Jersey, USA (yang diliputi 39% kawasan perumahan, 15% kawasan komersial dan 5% kawasan perindustrian), semasa hujan lebat jumlah SS adalah tinggi sehingga mencapai kandungan antara 400 – 500 mg/l. Bagi nitrat pula semasa air larian, jumlah yang disukat adalah 52.2 mg/l berbanding 0.41 mg/l semasa aliran biasa, konsentrasi BOD₅ sebanyak 296.9 mg/l semasa aliran kilat berbanding 2.36 mg/l semasa aliran biasa (Rendall *et al.*, *ibid*). Pirner dan Harms (1978) mendapati air larian bandar di

Rapid City USA mempunyai paras kekonduksian elektrik antara 140 – 22400 umho dan kandungan posforus antara 0.09 – 0.4 mg/l. Plumbum dan zink menyumbangkan 80 – 90 % daripada keseluruhan jumlah beban logam disebabkan output dari eksos kereta di samping sulfur daripada udara. Leopold (1968) menyatakan kesan urbanisasi dan perindustrian di Sg. Passaic, New Jersey antara tahun 1950 – 1964 menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut menurun daripada 78% kepada 62 % dan pada masa yang sama berlaku peningkatan TDS daripada 10 mg/l kepada 75 mg/l.

Habuk , logam berat kimia organik antara yang memberi kesan kepada kualiti air daripada jalan raya. Dalam kajian di lebuhraya utama UK/Eropah menunjukkan aliran air dari laluan kereta dan jalan utama membawa bahan pencemar seperti bromida (0.02 – 6.00 mg/l), pestisid (0.03 – 0.12 kg/ha/setahun) faecal coliforms (1 – 3000 MPN/100ml) dan Polyclorinated biphenyls (PCBs) ($0.01 - 0.9 \times 10^{-3}$ kg/h.cm runoff) - (Ellis, 1989). Disamping itu juga Ellis *et al.* (1997) menjumpai SS sebanyak 110 – 5700 mg/l, BOD sebanyak 12.2 – 32 mg/l, nitrogen 1.4 – 3.3 mg/l, kuprum 0.05 – 0.69 mg/l, plumbum sebanyak 0.34 – 2.41mg/l dan minyak/hidrocarbon sebanyak 7.5 – 400 mg/l. Selain itu COD boleh mencapai sehingga 800 mg/l (Pope, 1980). Weber dan Reed (1976) menganggarkan pembinaan lebuhraya dengan kelebaran 30 m boleh menyumbangkan 650 kg/m sedimen.

2.5.3 Perindustrian dan Domestik

Perindustrian boleh memberi kesan kepada pH, suhu, BOD, warna, ammonia, besi, TDS, logam berat dan sebagainya. Industri arang batu misalnya menggunakan banyak air iaitu antara 1000 – 3000 l/ton. Sisa air tersebut mengandungi bahan bukan

organik terlarut dan beban klorida boleh mencapai sehingga 50000 mg/l (Farrimond, 1980). Di samping itu juga ia mengandungi besi, manganes dan pH yang rendah serta SS yang tinggi. Pelepasan air dari proses penyejukan menyebabkan suhu air juga meningkat. Wood (1977) menyatakan air daripada kilang di Sg Thames telah meningkatkan suhu air sungai tersebut dari 3°C hingga 25° C. Effluen dari pemerosesan makanan yang belum dirawat mempunyai BOD, antara 100 – 100000 mg/l dan pH adalah berasid (sisa susu) dan bersifat alkali (sisa daripada pembersihan kentang).

Sisa domestik juga mempunyai pengaruh ke atas kualiti air. Parameter yang terjejas akibat daripada pembentungan domestik iaitu BOD₅, SS, ammonia, nitrat dan posfat. Kandungan BOD₅ dan SS daripada sumber domestik ke pembentungan iaitu 55 – 65 g/kepala/sehari dan COD iaitu 120g/kepala/sehari (Farrimond, ibid). Posfat di pembentungan terutamanya dari detergen kira-kira 1.92g/kepala/sehari. Sarton dan Boyd (1972) menyatakan jumlah beban pencemar dari kawasan perumahan adalah tinggi. BOD (9,160 mg/l), COD (20,800 mg/l), jumlah nitogen (1,600 mg/l), nitrat (50 mg/l), posfat (910 mg/l), total coliforms (160,000 No/g) dan faecal coliforms (16,000 No/g).

2.5.4 Perlombongan

Permintaan yang besar kepada pembinaan bangunan , jalan raya dan tempat pendaratan serta lain-lain pembinaan menyebabkan sektor perlombongan meningkat dengan cepat. Perlombongan batu menyumbangkan sedimen yang besar berbanding pembinaan dan hakisan dalam sungai (Holeman dan Scatena, 1986). Sedimen yang

dihasilkan hasil daripada aktiviti kuari ialah 7.4 ton/km²/hari atau purata sebanyak 2701 ton/km²/tahun. Purata luahan sedimen di kawasan Kurai pada masa aliran ribut adalah 1 – 156 kali lebih tinggi berbanding semasa aliran biasa (Wan Ruslan dan Zullyadini, 1994).

2.5.5 Pembukaan Tanah dan pembalakan

Pembasmian Hutan dan pembukaan tanah atau penukaran hutan kepada tanaman baru menyebabkan kemerosotan kepada jumlah kuantiti air (Dunne dan Leopold, 1978; Pereira, 1962 dan Shiklomaniv dan Krestovsky, 1988) dan kualiti air. Kawasan yang telah digondolkan menyebabkan nisbah dan kadar air larian meningkat dan ini menyebabkan hakisan pecutan mudah terjadi yang mana akan meningkatkan proses penghasilan sedimen. Pembukaan tanah untuk pembangunan di kawasan lembangan Sg. Langat menyebabkan kandungan SS pada tahun 1985 ialah sebanyak 150 mg/l (Sukiman, 1990). Baharuddin (1988) melaporkan kesan daripada pembalakan, kandungan sedimen meningkat kepada 318.2 mg/l berbanding 158.3 mg/l sebelum pembalakan.

2.5.6 Lain-Lain Aktiviti

Pembinaan takungan air juga menjelaskan kualiti air. Chang dan Wen (1997) dalam kajiannya ke atas Takungan air Feitsui, Taiwan menunjukkan perubahan dalam nitrogen, karbon, pertumbuhan fitoplankton dan posforus sejak ia dibina. Kandungan posforus adalah tinggi semasa musim hujan iaitu 41 mg/l berbanding pada musim kering sebanyak 8 mg/l. Kandungan ammonia nitrogen pada musim badai iaitu 30 mg/l dan antara 11 - 22 mg/l pada bukan musim badai. Peningkatan ini adalah

disebabkan oleh penghasilan orthoposfat daripada pereputan tumbuhan dan ganguan permukaan tanah semasa takungan air ini dibina.

2.6 KESIMPULAN

Berdasarkan kepada penjelasan yang telah diberikan, sudah pasti ia akan memberi asas gambaran awal dan dasar kepada para pembaca seterusnya. Pendefinisan atau penghuraian yang diberikan terhadap konsep-konsep penting seperti istilah dalam tajuk, kitaran hidrologi dan proses kejadian sungai sekurang-kurangnya dapat membantu pembaca atau penyelidik-penyelidik seterusnya berhubung bidang kajian ini. Ini kerana kajian seperti ini amat penting berdasarkan perkembangan semasa yang kian mengancam sumber air. Pembangunan yang ada kini tidak lagi mengenal erti pemeliharaan dan penjagaan sumber-sumber yang menjadi pembekal dan pemulihara kepada sumber air. Pembangunan kini hanya mengenal kerakusan terhadap alam dan hanya mementingkan keuntungan di atas kerosakan alam dan penderitaan orang lain.

